

急曲部のあるトンネル工事に適用可能な低空頭型ベルト捻転装置の開発

株式会社大林組 正会員○羽立 征治
 株式会社大林組 丈達 康太
 株式会社大林組 中村 亮
 株式会社大林組 川原 清一

1. はじめに

近年計画される鉄道や道路のトンネルは、延長が数kmにわたる長距離の場合が多く、新幹線トンネルでは各工区を並行して掘削を進める。そのため、道路トンネルにはない斜坑を設けることがあり、その斜坑と本坑の接続部は急曲部となるケースがある。

坑内を走行する車両の削減による安全性の向上、坑内環境の改善の観点から、連続ベルトコンベヤは優れた土砂搬出方法であるが、従来の乗継コンベヤ方式では坑内での大規模な組立解体、ベルト延伸作業があり、災害発生の危険性が高くなる。そこで、ベルト捻転装置を導入した連続ベルトコンベヤ設備とすることにより、コンベヤ付帯設備の坑外集約と坑内作業量の削減などを図ることで坑内作業の安全性および生産性向上を図ることを目指した。

本稿では、折れ角 90° の急曲部のある新幹線トンネルの斜坑交差部を想定し、拡幅作業なしで設置可能な省スペース型のベルト捻転装置(以降、低空頭型ベルト捻転装置)を開発、実証実験を行った結果を報告する。

2. 技術的課題

(1)ベルト捻転装置の低空頭化

ベルト捻転装置の過去の使用例はシールド工法における転回ヤードがあげられるが、この場合、周辺に構造物等がないため(図 1)、装置の大きさが制限されることはなかった。しかし、新幹線トンネル断面程度の本坑トンネルの場合、設置場所の盤下げ拡幅作業が必要となり(図 2)、トンネル断面を拡幅せずに捻転装置を設置するためには低空頭化が課題となった。

(2)ベルト走行位置の調整

今回の条件のようにコンベヤベルトを一度だけ折れ曲げさせる場合、従来型のベルト捻転装置ではキャリア側、リターン側のベルトが干渉しないようにするため、折れ曲がりの後で両方のベルトが並行する形(図 1、2)となる。両方のベルトを平面上で同一直線状に戻すためには、リターン側ベルトを合計 4 回捻転させて位置を調整する必要がある(図 3)、結果として捻転装置が水平方向に大型化せざるを得なかった。

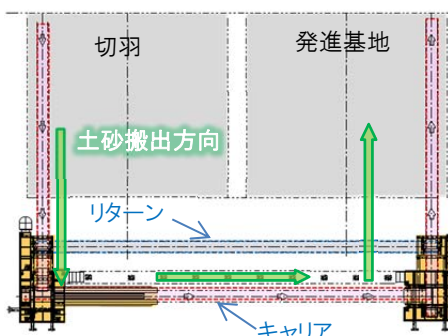


図 1 従来型ベルト捻転装置平面

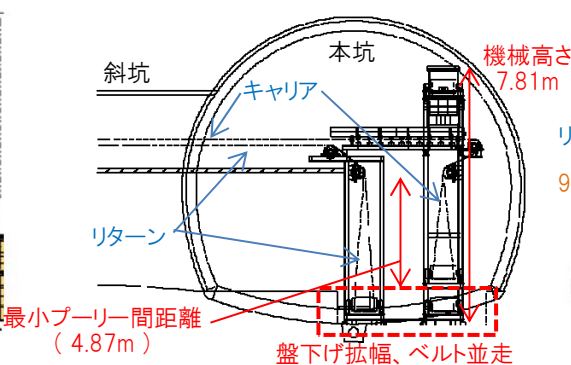


図 2 従来型捻転装置断面

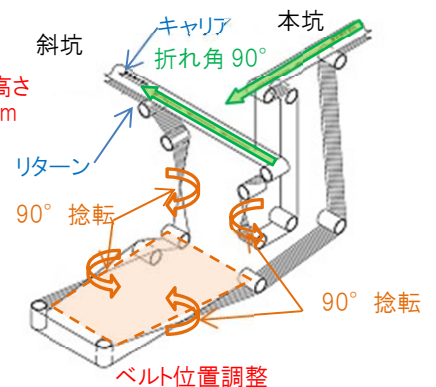


図 3 従来型ベルト捻転検討

3. 課題への対策

捻転装置が大型化する原因として、ベルトを捻転させるために必要な「最小プーリー間距離」に着目した。これはベルトの

キーワード 低空頭、ベルト捻転、連続ベルトコンベヤ、最小プーリー間距離、ベルト捻転角度

連絡先 〒573-1153 大阪府枚方市招堤大谷 1-1-1 TEL072-856-9011

捻転角度とベルトの幅により決定される。連続ベルトコンベヤに必要な運搬能力からベルト幅が決定されること、全体に必要なベルトの折れ角が 90° であることから、1 回のベルト捻転角度を 45° として、これを 2 回組み合わせることで最小プーリー間距離を短縮できると考えた。その結果、従来型と比較して、機械高さを約 15% 低減(図 4)できることが解った。また、捻転角度の変更に伴い、ベルト走行位置を工夫することで本坑および斜坑でキャリア側とリターン側のベルトを通常のベルトコンベヤのように上下に配置した形にすることができた(図 5)。

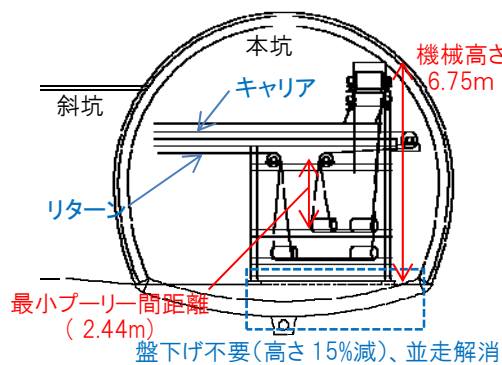


図4 低空頭型ベルト捻転装置適用

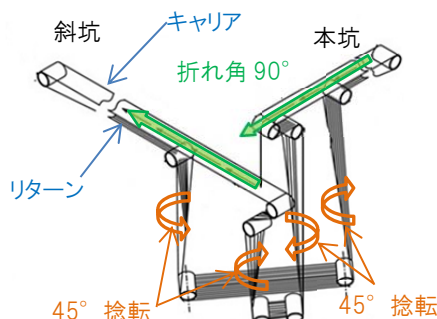


図5 低空頭型ベルト捻転検討



図6 低空頭型ベルト捻転装置

4. 実証実験

検討の結果、山岳トンネル工事に適用可能な低空頭型ベルト捻転装置が設置可能であることが確認できたので、施工時の問題点として表1の項目を検証するために、図6のベルト捻転装置を組み立てて実証実験を行った。実験装置の主な仕様を表2に示す。

5. 実験結果と考察

コンベヤ停止状態で、図3に示す最小プーリー間距離の位置でベルト端部の伸びを計測し、ベルトメーカーの指針に従った5%以内の伸びであり、ベルトが使用可能であることが確認できた。

次に、捻転させる2本のコンベヤを直線状に連結した場合と捻転装置に組み込んだ場合の無負荷運転結果を比較し、捻転による電流値の5A程度の増加を確認したが、連続コンベヤの運転に大きな影響はないと判断した。

また、負荷試験を3種類の搬送物で実施し、搬送物の量、種類による捻転装置への影響を検証した結果、破碎岩とその他の搬送物で5A程度の電流値の差を確認したが(図7)、ベルトの逸脱や傾斜部における搬送効率の低下はいずれの場合も発生せず、実運用に問題ないことを確認した。

6. まとめ

今回、ベルト捻転角度に着目して設計、検討を行い、新幹線トンネルや2車線道路程度のトンネル断面に適用可能な、低空頭型ベルト捻転装置を開発した。また、斜坑のあるトンネルを模擬した実証実験の結果、捻転装置を用いない場合に比べ5A程度の電流値の増加は確認されたが、掘削土の搬送に問題がなく、現場に適用可能と考えられる。今後、長距離の斜坑のある山岳トンネル工事を連続ベルトコンベヤで施工することにより、坑内作業の削減、安全性の向上および作業環境の改善により生産性向上が可能と考える。

表1 検証項目

項目	想定される問題点
ベルト使用の可否	想定以上のベルト端部の伸び
捻転による負荷の増加	ベルト蛇行、スリップ、ベルト張力、速度の影響
施工時を想定した実験	ずりのこぼれ 傾斜部の搬送効率低下

表2 実験装置仕様

項目	仕様
捻転部ベルト長	68m
コンベヤベルト幅	800mm
想定搬送土量	500t/h
最大傾斜角度	12.5°
ベルト捻転角度	90° ($45^\circ + 45^\circ$)
捻転部高さ	5.3m
搬送物	砂、6号碎石、破碎岩

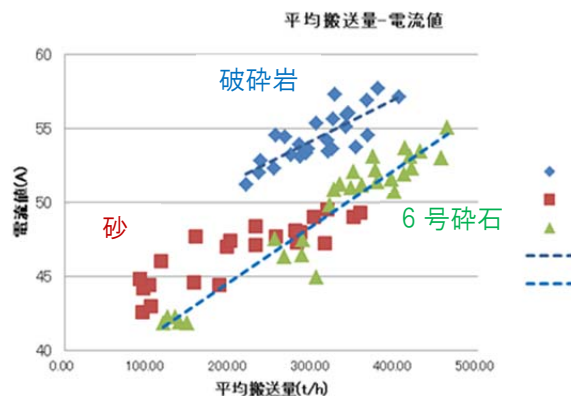


図7 搬送量-電流値計測結果